

Penentuan Kerugian Ekonomis Berdasarkan Nilai SAIDI, SAIFI Dan CAIDI Menggunakan Metode  
*Section Technique* Di PT. PLN Distribusi Area Gresik

**PENENTUAN KERUGIAN EKONOMIS BERDASARKAN NILAI SAIDI, SAIFI DAN CAIDI  
MENGUNAKAN METODE *SECTION TECHNIQUE* DI PT. PLN DISTRIBUSI AREA GRESIK.**

**Muchammad Andy Teguh**

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : [muchammadteguh@mhs.unesa.ac.id](mailto:muchammadteguh@mhs.unesa.ac.id)

**Tri Rijanto**

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : [tririjanto@unesa.ac.id](mailto:tririjanto@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Tujuan penelitian ini memperoleh informasi tingkat keandalan dan kerugian ekonomis di PT. PLN Distribusi Area Gresik. Metode yang digunakan adalah *Section Technique* yaitu suatu metode terstruktur untuk menganalisis suatu sistem. Metode ini dalam mengevaluasi keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari suatu peralatan mempengaruhi operasi sistem. Hasil penelitian pada penyulang Industri yang dihitung dengan Metode *Section Technique* didapatkan indeks keandalan SAIDI = 12,64148632, SAIFI = 3,483063058, CAIDI = 3,62941644, dan hasil nilai kerugian ekonomis adalah Rp. 157.954.721,90.

**Kata Kunci** : Indeks Keandalan, Sistem Distribusi, *Section Technique*

**Abstract**

This purpose research to obtain information of reliability level and economic loss at PT. PLN Distribution Gresik Of Area. The method used *Section Technique* is a structured method to analyze a system. This method in reliability evaluation distribution system based on a how fault from a instrument effect on operation system. Output this research on Industri feeder using *Section Technique* calculated obtained reliability index on SAIDI = 12,64148632, SAIFI = 3,483063058, CAIDI = 3,62941644, and value result loss economic is Rp. 157.954.721,90.

**Keyword** : Reliability Index, Distribution System, *Section Technique*

**PENDAHULUAN**

Energi listrik merupakan kebutuhan masyarakat dari waktu ke waktu. Makin bertambahnya konsumsi listrik di seluruh dunia menunjukkan kenaikan standar kehidupan manusia. Untuk itu perlu dilakukan evaluasi terhadap perubahan sistem yang ada. Evaluasi tersebut merupakan ketersediaan tenaga listrik yang dalam jumlah yang cukup untuk masyarakat baik dalam jangka pendek maupun panjang. Penyediaan yang dibutuhkan oleh masyarakat biasa dibantu oleh sistem daya yang ada. Dalam peningkatan penyaluran sistem tenaga listrik, tingkat keandalan sangat diperlukan, sehingga berpengaruh terhadap penyaluran energi listrik sampai ke konsumen.

Jarak antara pembangkit dengan konsumen sangat jauh, sehingga memungkinkan pemilihan lokasi pembangkit dengan ketersediaan sumber energi primer setempat atau kemudahan pasokan energi primer, kedekatan dengan pusat beban, prinsip *regional balance*, topologi jaringan transmisi yang dikehendaki, kendala pada sistem transmisi, dan lingkungan. Maka penyaluran tenaga listrik di lakukan melalui suatu saluran transmisi yang panjang umumnya berdasarkan saluran udara

terbuka, menyebabkan gangguan sistem kelistrikan. Keadaan ini dapat menyebabkan terganggunya kontinuitas pelayanan tenaga listrik, sehingga berpeluang semakin besar terhadap terjadinya gangguan pada sistem ataupun di luar sistem. Gangguan-gangguan tersebut menyebabkan terjadinya arus yang sangat besar. Maka arus gangguan yang melebihi kapasitas peralatan dapat menyebabkan pemadaman dalam skala kecil maupun besar yang memungkinkan kerugian pada pihak konsumen (Syafar, A. Muhammad, 2012). Gangguan atau kerusakan pada sistem distribusi tenaga listrik mempengaruhi nilai keandalan sistem distribusi dan energi yang tidak disalurkan ke pelanggan. Oleh sebab itu PLN berusaha memenuhi kebutuhan daya dan juga memperbaiki mutu keandalan pelayanan sehingga suplai daya listrik tetap terjaga. Selain itu pada penelitian ini juga dilakukan perhitungan energi yang tidak dapat disalurkan yaitu EENS (*Expected Energy Not Supplied*) yang diakibatkan oleh gangguan yang terjadi, lama gangguan mengakibatkan banyak energi yang hilang. Pada penelitian ini dianalisis menggunakan metode *section technique* yaitu suatu metode yang terstruktur untuk menganalisis suatu sistem. Metode ini dalam

mengevaluasi keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana kegagalan dari peralatan yang mempengaruhi suatu sistem (Wicaksono Projo Henki, dkk. 2012). Dengan demikian perlu dilakukan evaluasi berskala tentang keandalan sistem tenaga listrik pada jaringan distribusi. Pada penelitian ini mengkaji tentang penentuan kerugian ekonomis berdasarkan nilai SAIDI, SAIFI, dan CAIDI menggunakan metode *section technique* di PT. PLN Distribusi Area Gresik.

## KAJIAN PUSTAKA

### Sistem Distribusi Listrik

Sistem distribusi merupakan sistem pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan). Sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) di layani langsung melalui jaringan distribusi (Suhadi, 2009).

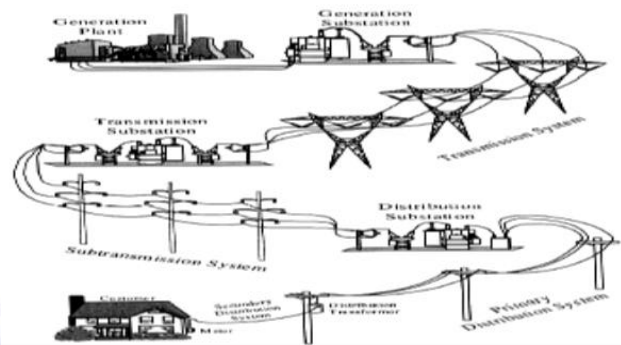
Energi yang di distribusikan bisa berasal dari pasokan energi melalui tegangan tinggi yang di ubah ke tegangan menengah, atau dari pembangkit energi di dalam jaringan itu sendiri. Di Indonesia tegangan menengah nominal yang di gunakan adalah 20kV sedangkan tegangan rendah di gunakan 380/220V (Sudirham Sudaryatno, 2006)

### Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen (beban), merupakan hal penting untuk dipelajari. Mengingat penyaluran tenaga listrik ini, prosesnya melalui beberapa tahap, yaitu dari pembangkit tenaga listrik penghasil energi listrik, disalurkan ke jaringan transmisi (SUTET) langsung ke gardu induk. Dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), dan melalui gardu distribusi langsung ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), tenaga listrik dialirkan ke konsumen. Dengan demikian sistem distribusi tenaga listrik berfungsi membagikan tenaga listrik kepada pihak pemakai melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan suatu saluran transmisi berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi ke pusat-pusat beban dalam daya yang besar (melalui jaringan distribusi). Pada Gambar 1 dibawah ini dapat dilihat, bahwa tenaga listrik yang dihasilkan dan dikirimkan ke konsumen melalui Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Gardu Induk, Saluran Transmisi, Gardu Induk, Saluran Distribusi, dan kemudian ke beban (konsumen) (Suswanto Daman, 2010)

Sistem pembangkit (*generation plant*) terdiri dari satu atau lebih unit pembangkit yang akan mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik dan harus mampu menghasilkan daya listrik yang cukup sesuai kebutuhan konsumen. Sistem transmisi berfungsi mentransfer energi listrik dari unit-unit pembangkitan di berbagai lokasi

dengan jarak yang jauh ke sistem distribusi, sedangkan sistem distribusi berfungsi untuk menghantarkan energi listrik ke konsumen.



Gambar 1. Skema Sistem Pendistribusian Tenaga Listrik

(Sumber : Suswanto Daman, (2010) Sistem Distribusi Tenaga Listrik)

### Metode *Section Technique*

*Section Technique* merupakan suatu metode terstruktur untuk menganalisis suatu sistem. Metode ini dalam mengevaluasi keandalan sistem distribusi didasarkan pada bagaimana suatu kegagalan dari suatu peralatan mempengaruhi operasi sistem. Efek atau konsekuensi dari gangguan individual peralatan secara sistematis diidentifikasi dengan penganalisisan apa yang terjadi jika gangguan terjadi. Kemudian masing-masing kegagalan peralatan dianalisis dari semua titik beban (*load point*). Pendekatan yang dilakukan dari bawah ke atas dimana yang dipertimbangkan satu mode kegagalan pada suatu waktu (Wicaksono Projo Henki, dkk, 2012).

Parameter yang dihitung adalah parameter  $\lambda$  dan  $U$  pada setiap titik beban (*load point*) pada jaringan sistem distribusi tersebut. Berikut ini merupakan perhitungan parameter untuk setiap titik beban (Arigandi, P. Budi Gusti, 2015).

Indeks keandalan yang dihitung berdasarkan *load point* adalah:

- Failure Rate* titik beban ( $\lambda_{LP}$ ) merupakan hasil penjumlahan tiap peralatan tenaga listrik seperti transformator, CB (*Circuit Breaker*), maupun *sectionalizer* yang mempengaruhi *load point* yang sedang dihitung berikut ini, dapat dilihat pada Persamaan 1 dibawah ini (Xie K, dkk, 2008) :

$$\lambda_{LP} = \sum_{i=K} \lambda_i \quad (1)$$

Dimana :

$\lambda_i$  = laju kegagalan untuk peralatan K

$K$  = semua peralatan yang berpengaruh terhadap *load point*  $i$

- b) *Unavailability* titik beban ( $U_{LP}$ ) merupakan total hasil perkalian antara *failure rate* ( $\lambda$ ) dengan *repair time* ( $r$ ) masing-masing peralatan yang mempengaruhi *load point* yang dihitung berikut ini, dapat dilihat pada Persamaan 2 dibawah ini :

$$U_{LP} = \sum_{i=K} U_i = \sum_{i=K} \lambda_i \times r_j \quad (2)$$

Dimana :

$r_j$  = waktu perbaikan (*repairing time* atau *switching time*)

### Indeks Keandalan

Indeks keandalan pada sistem yang dihitung secara keseluruhan yang dapat dievaluasi mengenai kinerja sistem. Indeks ini adalah frekuensi gangguan dan lama pemadaman rata-rata tahunan yang sering dipakai pada sistem distribusi adalah (Billinton R, dkk, 1996):

- a) *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dapat dilihat pada Persamaan 3 dibawah ini:

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{N} \quad (3)$$

Dengan :

$U_i$  = durasi gangguan peralatan

$N_i$  = jumlah pelanggan pada *load point*  $i$

$N$  = total jumlah pelanggan pada sistem

- b) *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) dapat dilihat pada Persamaan 4 dibawah ini:

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{N} \quad (4)$$

- c) *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI) dapat dilihat pada Persamaan 5 dibawah ini:

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI} \quad (5)$$

Di samping ketiga parameter keandalan yang umum dipakai diatas, ada pula beberapa indeks tambahan yang sering digunakan untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem distribusi, yaitu indeks yang berorientasi pada beban serta energi. Beberapa diantaranya adalah:

- a) *Expected Energy Not Supplied* (EENS)

Didefinisikan sebagai penjumlahan energi yang tidak diberikan kepada pelanggan karena gangguan selama periode satu tahun dapat dilihat pada Persamaan 6.

$$EENS = \sum La \times U \quad (6)$$

Dengan :

$La$  = Beban rata-rata terkoneksi ke saluran  $i$

$U$  = Waktu pemadaman rata-rata tahunan saluran  $i$

- b) *Average Energy Not Supplied* (AENS)

AENS merupakan indeks rata-rata energi yang tidak disalurkan akibat terjadinya pemadaman. Secara matematis dituliskan pada Persamaan 7 sebagai berikut :

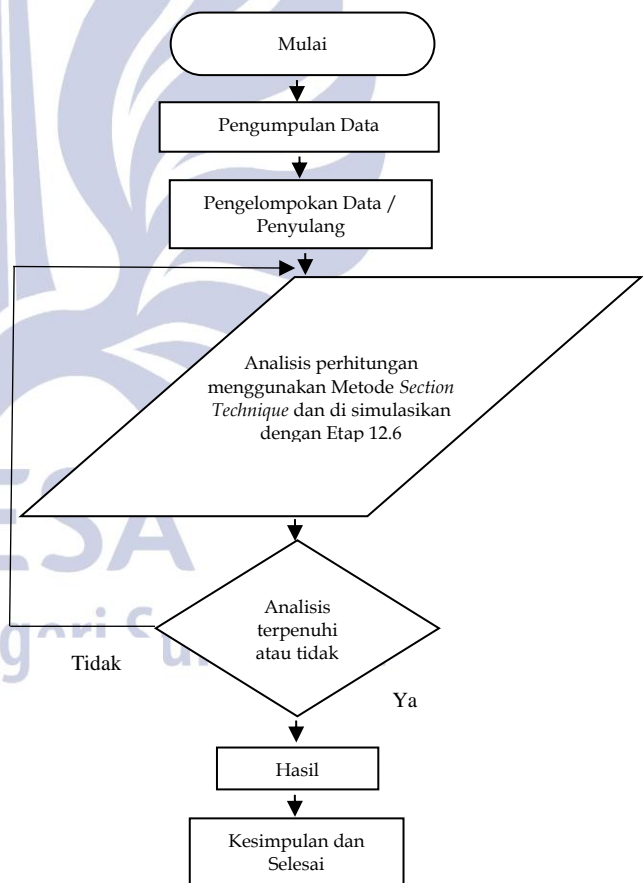
$$AENS = \frac{EENS}{N} \quad (7)$$

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN Distribusi Area Gresik yang bertempat di Jalan Dr. Wahidin Sudiro Husodo, No.134 Gresik. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 19 Maret – 20 April 2018.

### Teknik Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk mengkaji jenis penyulang, penyebab kerugian dan dampak kerugian yang terjadi pada PT. PLN Distribusi Area Gresik.



Gambar 2. Diagram Alir (*flowchart*) Penelitian

(Sumber: Data Primer, 2019)

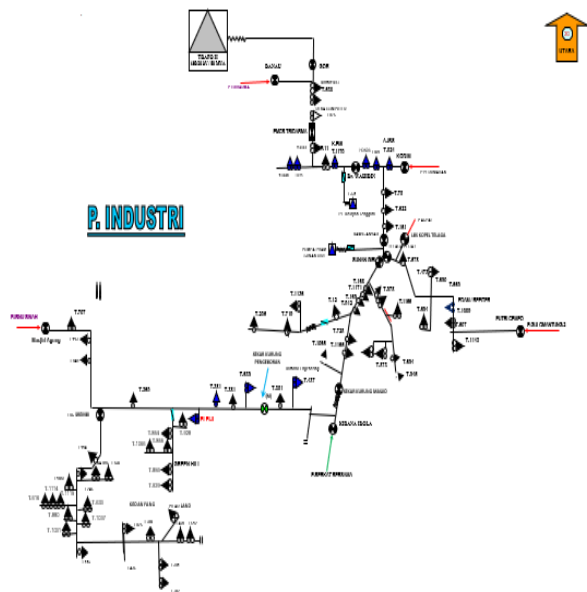


## Hasil dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keandalan sistem distribusi 20kV dan kerugian ekonomis pada sistem distribusi listrik 20kV di PT. PLN Distribusi Area Gresik serta untuk mengetahui perbandingan perhitungan tingkat keandalan menggunakan metode *Section Technique* dengan *software* ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) pada APIJ Gresik, Pengolahan data dan simulasi sistem dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP 12.6. Adapun tahapan yang akan di bahas pada penelitian ini. sebagai berikut :

### Topologi Penyulang

Penyulang Industri di suplai dari gardu induk Petrokimia dengan daya 50 MVA. Gambar *single line diagram* sistem Penyulang Industri dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. *Single Line Diagram* Penyulang Industri  
(Sumber : PT. PLN Distribusi Area Gresik, 2017)

Penyulang ini memiliki variasi beban berupa beban industri, rumah tangga, dan bisnis. Titik beban atau *load point* pada penyulang ini memiliki 77 buah *load point* berupa trafo distribusi dengan total pelanggan 10.917 dan terdiri dari 101 saluran udara. Jumlah *sectionalizer* Penyulang Industri adalah 17 buah yang terbagi menjadi 13 *section*.

Tabel 1 berikut menjelaskan data trafo dan jumlah pelanggan yang dibebankan pada 77 *load point* dan 10.719 pelanggan.

Tabel 1 Data Trafo dan Jumlah Pelanggan

Load Point	Trafo	Kapasitas Daya (KVA)	Jumlah Pelanggan
LP1	T530	200	7
LP2	T554	100	0
LP3	T976	100	58
LP4	T1113	250	250
LP5	T1075	160	1
LP6	T1180	160	1
LP7	T119	160	161
LP8	T1170	100	1
LP9	T331	345	1
LP10	T905	100	1
LP11	T951	100	1
LP12	T824	160	1
LP13	T78	150	255
LP14	T622	160	352
LP15	T161	150	319
LP16	T831	555	1
LP17	T578	150	209
LP18	T473	200	430
LP19	T594	160	53
LP20	T690	100	0
LP21	T669	160	182
LP22	T1089	100	2
LP23	T507	200	97
LP24	T1143	100	43
LP25	T978	250	338
LP26	T1155	100	25
LP27	T945	200	164
LP28	T694	160	566
LP29	T873	200	73
LP30	T874	200	124
LP31	T168	150	337
LP32	T1171	100	135
LP33	T169	150	211
LP34	T912	100	185
LP35	T12	150	182
LP36	T1136	160	43
LP37	T719	160	11
LP38	T205	150	7
LP39	T728	160	279
LP40	T1165	100	158
LP41	T1065	100	0
LP42	T437	160	1
LP43	T381 A	25	6
LP44	T639	200	1
LP45	T381 B	25	6
LP46	T876	160	1
LP47	T928	160	49
LP48	T854	200	75
LP49	T855	200	204
LP50	T1066	160	166
LP51	T856	200	181
LP52	T929	160	135
LP53	T369	160	289
LP54	T848	160	225
LP55	T113	75	188
LP56	T707	160	1

Lanjutan Tabel 1

Load Point	Trafo	Kapasitas Daya (KVA)	Jumlah Pelanggan
LP57	T114	75	87
LP58	T246	75	188
LP59	T986	200	99
LP60	T650	160	125
LP61	T1083	250	102
LP62	T1115	250	92
LP63	T1114	160	126
LP64	T616	200	1
LP65	T633	160	145
LP66	T880	100	215
LP67	T1037	250	205
LP68	T1031	50	67
LP69	T115	100	467
LP70	T436	160	521
LP71	T926	250	53
LP72	T390	160	443
LP73	T1008	160	162
LP74	T391	160	453
LP75	T392	200	393
LP76	T429	100	147
LP77	T612	200	34
Total Pelanggan			10917

(Sumber: Data Primer, 2017)

Terdapat indeks laju kegagalan pada setiap peralatan penyulang yang ditetapkan pihak PT. PLN yaitu dapat dilihat di Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Laju Kegagalan PT. PLN

Peralatan	Laju Kegagalan
Saluran Udara	0,2/km/tahun
Pemutus Tenaga	0,004/unit/tahun
Sectionalizer	0,003/unit/tahun
Trafo Distribusi	0,005/unit/tahun
Saklar Beban	0,003/unit/tahun

(Sumber: SPLN, 1985)

Waktu membuka atau menutup saklar beban atau pemisah adalah 0,15 jam.

### Analisis Indeks Keandalan Menggunakan Metode Section Technique

Hasil evaluasi keandalan berdasarkan data yang telah didapatkan berupa data trafo, jumlah pelanggan dan data panjang saluran udara yang dihitung menggunakan metode *Section Technique* dengan standar yang digunakan SPLN 59:1985 pada sistem jaringan distribusi 20kV didapatkan hasil perhitungan *section* berikut :

Tabel 3 Hasil Total Perhitungan  $\lambda_{LP}$  (fault/year) dan  $U_{LP}$  (hour/year) section 1 – 13 pada LP1-LP77

Section	Load Point	$\lambda_{LP}$	$U_{LP}$
1	-	0,167	0,55
2	LP1	1,1618	3,8984

Lanjutan Tabel 3

Section	Load Point	$\lambda_{LP}$	$U_{LP}$
2	LP2	1,1618	3,8984
	LP3	1,1618	3,8984
	LP4	1,1618	3,8984
	LP5	1,1618	3,8984
	LP6	1,1618	3,8984
	LP7	1,1618	3,8984
	LP8	1,1618	3,8984
3	LP9	1,1906	4,0408
4	LP10	1,3552	4,8076
	LP11	1,3552	4,8076
	LP12	1,3552	4,8076
	LP13	1,3552	4,8076
	LP14	1,3552	4,8076
	LP15	1,3552	4,8076
5	LP16	1,4274	5,1432
6	LP17	1,846	6,7
	LP18	1,846	6,7
	LP19	1,846	6,7
	LP20	1,846	6,7
	LP21	1,846	6,7
	LP22	1,846	6,7
	LP23	1,846	6,7
	LP24	1,846	6,7
7	LP25	2,5392	9,3326
	LP26	2,5392	9,3326
	LP27	2,5392	9,3326
	LP28	2,5392	9,3326
	LP29	2,5392	9,3326
	LP30	2,5392	9,3326
	LP31	2,5392	9,3326
	LP32	2,5392	9,3326
	LP33	2,5392	9,3326
	LP34	2,5392	9,3326
8	LP35	2,5392	9,3326
	LP36	2,7264	10,0202
	LP37	2,7264	10,0202
	LP38	2,7264	10,0202
7	LP39	2,5392	9,3326
	LP40	2,5392	9,3326
	LP41	2,5392	9,3326
9	LP42	3,0518	11,1504
	LP43	3,0518	11,1504
10	LP44	3,5776	13,0568
	LP45	3,5776	13,0568
	LP46	3,5776	13,0568
	LP47	3,5776	13,0568
11	LP48	3,7444	13,7882
	LP49	3,7444	13,7882
	LP50	3,7444	13,7882
	LP51	3,7444	13,7882
	LP52	3,7444	13,7882
	LP53	3,5776	13,0568
10	LP54	3,5776	13,0568
	LP55	3,5776	13,0568
	LP56	3,5776	13,0568
	LP57	5,0386	18,1678
12	LP58	5,0386	18,1678
	LP59	5,0386	18,1678
	LP60	5,0386	18,1678

Lanjutan Tabel 3

Section	Load Point	$\lambda_{LP}$	$U_{LP}$
12	LP61	5,0386	18,1678
	LP62	5,0386	18,1678
	LP63	5,0386	18,1678
	LP64	5,0386	18,1678
	LP65	5,0386	18,1678
	LP66	5,0386	18,1678
	LP67	5,0386	18,1678
	LP68	5,0386	18,1678
	LP69	5,0386	18,1678
13	LP70	5,37	19,463
	LP71	5,37	19,463
	LP72	5,37	19,463
	LP73	5,37	19,463
	LP74	5,37	19,463
	LP75	5,37	19,463
	LP76	5,37	19,463
	LP77	5,37	19,463

(Sumber: Data Primer, 2019)

Pada Tabel 4 didapatkan hasil perhitungan Indeks Keandalan dan Indeks Energi yang tidak disalurkan pada *section* 1 – 13.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Indeks Keandalan dan Indeks Energi

Section	SAIDI	SAIFI	CAIDI	EENS	AENS
1	-	-	-	-	-
2	0,16854	0,05023	3,3554	3,0816852	-
3	0,00037	0,00010	3,3939	1,1849646	-
4	0,40911	0,1153	3,5475	3,3508972	-
5	0,0004	0,0001	3,6031	2,4263046	-
6	0,6235	0,1717	3,6294	6,66315	-
7	2,3739	0,6459	3,6754	16,8173452	-
8	0,0559	0,0152	3,6752	4,0030699	-
9	0,0071	0,0019	3,6537	1,7534004	-
10	0,8503	0,233	3,6495	10,4323832	-
11	1,0230	0,277	3,6823	12,6575676	-
12	3,1935	0,885	3,6057	31,3485389	-
13	3,9328	1,085	3,6243	22,9955345	-
Total	12,6414	3,4830	3,6294	117,7089	0,01078

(Sumber: Data Primer, 2019)

### Analisis Kerugian Ekonomis

Nilai kerugian ekonomis pada penyulang industri, diperoleh dari EENS atau energi yang tidak disalurkan oleh sistem selama satu tahun. Besar energi yang tidak disalurkan selama satu tahun sebesar 117,7089 MWh/tahun, maka nilai rupiah yang didapat sebesar Rp.

157.954.721,90 per tahun. Pada Tabel 5 dapat dilihat nilai rupiah yang didapatkan dari *section* 1 – 13.

Tabel 5 Nilai EENS dan Kerugian Ekonomis

Section	EENS	Kerugian Ekonomis
1	-	-
2	3,0816852	5.197.643,158
3	1,1849646	1.421.957,52
4	3,3508972	4.530.413,014
5	2,4263046	2.911.565,52
6	6,66315	8.840.576,3
7	16,8173452	22.737.050,71
8	4,0030699	54.12.150,505
9	1,7534004	2.370.597,341
10	10,4323832	13.611.541
11	12,6575676	17.176.319,23
12	31,3485389	42.539.967,29
13	22,9955345	31.204.940,32
Total	117,7089	157.954.721,90

(Sumber: Data Primer, 2019)

Perbandingan hasil total perhitungan *Section Technique* dengan hasil perhitungan menggunakan ETAP 12.6 dapat di lihat pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6 Perhitungan Metode *Section Technique* dan *Software ETAP* 12.6.

	Section Technique	ETAP
SAIDI	12,6414	11,0693
SAIFI	3,48306	4,6813
CAIDI	3,62941	2,365
EENS	117,7089	866,650
AENS	0,010782	0,0801
KERUGIAN EKONOMIS	157.954.721,90	99.0684.069,49

(Sumber: Data Primer, 2019)

Pada hasil analisis perhitungan di Penyulang Industri dapat diasumsikan bahwa simulasi *software ETAP* dan metode *Section Technique* terdapat selisih indeks keandalan, indeks energi dan kerugian ekonomisnya. Hal ini dikarenakan perbedaan metode yang digunakan

menimbulkan selisih yang berbeda namun tidak signifikan.

#### Rekap Hasil Perhitungan Semua Penyulang

Pada hasil perhitungan menggunakan metode *section technique* nilai indeks keandalan dan kerugian ekonomis di semua penyulang dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7 Rekap Hasil Perhitungan Metode *Section Technique*

	Industri	Inti Sentosa	Tri Dharma	Veteran Tama
SAIDI	12,64148 632	6,7426	2,61409836 1	4,9762
SAIFI	3,483063 058	2,1052	0,64945082	1,4954
CAIDI	3,629416 44	3,20283108 5	4,02509055 6	3,32767152 6
EENS	117,7089 333	73,571543	23,7354294 1	47,5256957 2
AENS	0,010782 168	0,21387076 4	0,1945527	0,33003955 4
KERUGIAN EKONOMIS (Rp)	157.954.7 21,90	87.858.096, 73	28.109.529, 81	56.352.790, 04

(Sumber: Data Primer, 2019)

#### Upaya Peningkatan Indeks Keandalan dan Kerugian Ekonomis

Pada upaya ini diambil kasus pada penyulang Tri Dharma dengan memberikan suplai daya cadangan yang dihubungkan pada *sectionalizer* dengan kondisi *normally open* pada sistem jaringan distribusi 20kV, dapat meningkatkan keandalan pada sistem. Perbedaan analisis ini terletak pada penambahan *sectionalizer* dan perbedaan waktu perbaikan atau *repair time*. Dimana nilai waktu pemadaman pada beberapa *section* yang dari 10 jam untuk trafo distribusi, dan *sectionalizer* menjadi 0,15 jam. Sedangkan saluran udara dari 3 jam menjadi 0,15 jam. Upaya ini lakukan untuk meminimalisir nilai keandalan dan kerugian ekonomis agar pihak PLN dan juga konsumen tidak rugi. Untuk itu dilakukan penambahan *sectionalizer* pada sistem jaringan distribusi. Hasil dari penambahan *sectionalizer* dapat di lihat pada Tabel 8 berikut :

Tabel 8 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Pada Penyulang Tri Dharma.

Indeks	Sebelum	Sesudah
SAIDI	2,614098361	0,335996
SAIFI	0,64945082	0,587189
CAIDI	4,025090556	0,572212
EENS	23,73542941	3,260058
AENS	0,1945527	0,026722
Kerugian Ekonomis	28.109.529,81	3.861.939,56

(Sumber: Data Primer, 2019)

Dari hasil perbandingan diatas dapat dilihat bahwa terjadi selisih yang cukup besar. Dimana nilai kerugian

ekonomis yang dari Rp 28.109.529,81 selama satu tahun menjadi Rp. 3.861.939,56, sehingga dapat meminimalisir kerugian pada pihak PLN sekitar 86,26% nilai persentase ini didapat jika pada penyulang ditambahkan *sectionalizer*.

#### PENUTUP

##### Simpulan

Pada hasil penelitian di PT. PLN Distribusi Area Gresik nilai keandalan dan kerugian ekonomis pada Penyulang Industri, Inti Sentosa, Tri Dharma, dan Veteran Tama dengan menggunakan metode *Section Technique* adalah

Pada penyulang Industri hasil nilai keandalan dengan menggunakan metode *Section Technique* SAIDI : 12,64148632, SAIFI : 3,483063058, CAIDI : 3,62941644, EENS : 117,7089333 MWh/tahun, AENS : 0,010782168 dan nilai kerugian ekonomis adalah Rp. 157.954.721,90. Untuk penyulang Inti Sentosa, Tri Dharma dan Veteran Tama hasil nilai keandalan dan nilai kerugian ekonomis lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7 rekap hasil perhitungan metode *section technique*. Dari hasil perhitungan tingkat nilai keandalan sistem distribusi 20kV di PT. PLN Distribusi Area Gresik dimana nilai keandalan hampir mendekati standart IEEE.

##### Saran

Berdasarkan simpulan diatas penulis menyarankan pada penyulang Industri nilai keandalan tidak memenuhi standart PLN yang telah di tetapkan, maka perlu ditingkatkan pada keandalan sistem guna untuk sistem jaringan distribusi yang baik, penyulang Inti Sentosa nilai keandalan hampir mendekati standart PLN, maka perlu dipertahankan agar keandalan sistem tidak merugikan konsumen. Pada penyulang Tri Dharma nilai keandalan mencapai standart, maka perlu dipertahankan agar keandalan sistem tidak merugikan konsumen. Pada penyulang Veteran Tama nilai keandalan hampir mendekati standart PLN, untuk itu perlu dipertahankan agar keandalan sistem tidak merugikan konsumen.

Untuk memenuhi standart PLN di butuhkan penambahan *sectionalizer* agar dapat meminimalisir nilai keandalan dan kerugian ekonomis.

Kerugian ekonomis pada energi tidak tersalur dibutuhkan suplai daya tambahan pada penyulang lain agar tidak merugikan pihak PLN dan konsumen.

#### DAFTAR PUSTAKA

Arigandi, G.P.B., Hartati,R.S. dan Weking, A.I. 2015. *Analisa Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kampus dengan Menggunakan Penggabungan Metode Section Technique dan RIA*. Bali: Universitas Udayana.



- Billinton, Roy dan Allan, Ronald N. 1996. *Reliability Evaluation of Power Systems 2nd ed.* New York: PlenumPress.
- SPLN. 1985. *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20kV dan 6kV*. No. 59. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi.
- Sudirham, Sudaryatno. 2006. *Distribusi Energi Listrik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Suhadi. 2009. *Distribusi Tenaga Listrik*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang: Edisi Pertama.
- Syafar, A. Muhammad. 2012. *Penentuan Kerugian Ekonomis Berdasarkan Nilai Saidi Dengan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis)*. Makasar: Universitas Islam.
- Wicaksono, Hernandan, dan Penangsang. 2012. *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique*. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh November.
- Xie K, ZhouJ, dan Bilinton R. 2008. *Fast Algorithm Evaluation Of Large Scale Electrical Distribution Network Using The Section Technique*. Vol.2, No.5, 701-707, IET Gener. Transm. Distrib.

